

4.- MICROBIOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA

Microbiología

La microbiología estudia un conjunto heterogéneo de organismos que tienen en común su tamaño microscópico. Se distribuyen en tres reinos: Moneras (Bacterias, con organización procariota), Protoctistas (Protozoos y algas microscópicas) y Hongos (Levaduras y Mohos), estos dos últimos con células con organización eucariota. También se incluyen formas acelulares como los virus y los priones.

Simbiosis: Relación entre dos organismos de diferente especie en la que ambos se benefician.

Parasitismo: Asociación en la que un organismo (parásito) vive sobre (ectoparásito) o dentro (endoparásito) de otro organismo (huésped) del que obtiene sus nutrientes y al que perjudica.

Saprofita: Organismo que vive sobre materia orgánica en descomposición.

Oportunista: Organismos con un amplio margen de tolerancia a los factores ambientales por lo que se adaptan rápidamente a nuevas condiciones y son los primeros en colonizar un ecosistema.

Patógeno: Cualquier microorganismo causante de una enfermedad.

Características estructurales y funcionales de los microorganismos

Bacterias:

- Estructura: ver la célula procariota.
- Metabolismo: Se incluyen en este grupo organismos con todas las formas metabólicas: fotoautótrofos, quimioautótrofos, fotoheterótrofos y quimioheterótrofos. También hay organismos aerobios, anaerobios y facultativos (pueden adaptar su metabolismo a la presencia o ausencia de oxígeno. Ej: *Sacharomyces cerevisiae*)
- Reproducción: Reproducción asexual por bipartición. No tienen reproducción sexual en sentido estricto, pero sí unos fenómenos que se llaman parasexuales entre los que se transfieren fragmentos de material genético de una bacteria donadora a una receptora. Pueden ser de tres tipos:
 - Transformación: Se transfiere un fragmento de ADN libre. No es necesario el contacto entre ambas bacterias.
 - Transducción: Se transfieren fragmentos de ADN a través de virus.
 - Conjugación: Se transfieren plásmidos conjugativos a través de pelos sexuales. Es necesario el contacto entre las bacterias donadora y receptora.

Algunas bacterias producen formas resistentes al calor y a las condiciones ambientales adversas llamadas endosporas. Son formas deshidratadas y con una gruesa cubierta. Cuando las condiciones son favorables germinan y originan una nueva célula.

Virus: Los virus son organismos acelulares constituidos por un fragmento de ácido nucleico (ADN o ARN) rodeado de una cubierta proteica o cápsida. Carecen de las funciones de nutrición y relación, pero si tienen la capacidad de replicarse, aunque para ello necesitan la maquinaria metabólica de una célula llamada hospedadora. Por tanto son parásitos intracelulares obligados. Algunos virus, llamados *virus con envoltura*, presentan una envoltura membranosa compuesta por una bicapa lipídica procedente de la célula hospedadora asociada a proteínas víricas. Ejemplos de estos virus son el VIH (virus del SIDA) o el de la gripe.

- Clasificación de los virus:
 - Según el huésped que parasitan: bacteriófagos (bacterias), virus animales y virus vegetales.
 - Según el material hereditario: virus de ADN (monocatenarios o bicatenarios. Ej.: adenovirus), virus de ARN (mono o bicatenarios. Ej.: retrovirus)
 - Según la forma de la cápsida: icosaédrica, helicoidal o compleja como los bacteriófagos.
- Multiplicación vírica.
 - Ciclo lítico de un bacteriófago. Etapas: 1) Adsorción y fijación. Unión del virus a la célula hospedadora previo reconocimiento específico de proteínas de la cápsida por receptores de la célula hospedadora. 2) Penetración por inyección del ácido nucleico. 3) Replicación y síntesis de los componentes virales utilizando la maquinaria biosintética del hospedador. 4) Ensamblaje de las distintas partes del virus (cápsidas y ácidos nucleicos). 5) Liberación. Los nuevos virus salen al exterior por lisis de la célula hospedadora.
 - Ciclo lisogénico de un bacteriófago. Los virus atenuados o atemperados pueden incorporar su ácido nucleico al genoma del hospedador replicándose con él durante un tiempo sin que se produzcan partículas virales. Ante ciertos agentes inductores físicos o químicos, se libera el ácido nucleico del virus que seguirá entonces un ciclo lítico.
 - Ciclo de un retrovirus (virus cuyo material genético es ARN). Ej.: VIH. 1) Reconocimiento específico entre proteínas de la envoltura del virus y receptores de la célula hospedadora. 2) Penetración por endocitosis. La envoltura se fusiona con la membrana de la célula hospedadora y penetra la cápsida. 3) Descapsidación. El ARN se libera en el citoplasma. 4) Síntesis de ADN a partir del ARN a través de la transcriptasa inversa. 5) Transcripción del ADN: formación de nuevas moléculas de ARN y proteínas. 6) Ensamblaje del ARN y las proteínas de la cápsida. 7) Liberación de nuevos virus por gemación. Durante esta cada nueva partícula viral queda recubierta por la envoltura que proviene de la célula hospedadora.

Otras formas acelulares:

Viroide: Moléculas de ARN monocatenario circular no asociado a proteínas.

Prión: Partículas infectivas constituidas exclusivamente por proteínas. Se asocian a enfermedades degenerativas del sistema nervioso como el *mal de las vacas locas* en animales o la *enfermedad de Creutzfeldt-Jacob* en humanos.

Hongos microscópicos: Los hongos son un grupo de organismos eucariotas de metabolismo quimioheterótrofo que se alimentan por absorción de los nutrientes disueltos en el medio. Suelen ser saprofitos o parásitos. Dentro de los microorganismos se consideran dos grupos:

- **Mohos:** Hongos pluricelulares filamentosos con micelio ramificado formado por hifas. Reproducción asexual por esporas y reproducción sexual por la fusión de hifas especializadas. Ejemplos: moho del pan (gén. *Rhizopus*), moho de la fruta (gén. *Penicillium*). Estos últimos son importantes por que producen antibióticos.
- **Levaduras:** Hongos unicelulares caracterizados por tener reproducción asexual por gemación y sexual por esporas. Son importantes las levaduras del género *Sacharomyces* porque realizan la fermentación alcohólica y se utilizan para la elaboración del pan o de diversas bebidas como la cerveza o el vino. Otras son patógenas (gén. *Candida*) y producen enfermedades como la candidiasis.

Protozoos: Organismos unicelulares, acuáticos, eucariotas de metabolismo quimioheterótrofo (aunque hay algunas especies fotosintéticas). Tienen formas de locomoción muy variadas: con flagelos (como *Euglena* o *Tripanosoma* causante de la enfermedad del sueño) cilios (*Paramecium* o *Vorticella*) o por pseudópodos (*Ameba*). Otros no tienen capacidad de locomoción y suelen ser parásitos (*Plasmodium*, causante de la malaria o paludismo).

Algas microscópicas: Organismos unicelulares acuáticos, eucariotas de metabolismo fotoautótrofo que poseen cloroplastos y cuyo pigmento es la clorofila. Son los componentes fundamentales del fitoplancton. Ej.: diatomeas, dinoflagelados, algas verdes.

Métodos de estudio de los microorganismos: Los conceptos más importantes son:

- Fases del crecimiento microbiano en un cultivo cerrado. Un cultivo cerrado es aquel en el que no se añaden nuevos nutrientes. Consta de varias etapas:
 - Fase de latencia. No se observa crecimiento. Dura hasta que las células adaptan su metabolismo a las nuevas condiciones del cultivo.
 - Fase exponencial. La población crece exponencialmente de forma constante duplicándose cada cierto tiempo.
 - Fase estacionaria. La población permanece constante al haber un equilibrio entre las células que mueren y las que se reproducen. Empiezan a agotarse algunos nutrientes y a acumularse productos de desecho.

- Fase de muerte. El número de células disminuye gradualmente.
- Medio de cultivo. Mezcla equilibrada de agua y los nutrientes necesarios para lograr el crecimiento de un microorganismo. Suelen llevar un agente solidificante como el agar.
- Técnicas de tinción.
 - Tinción simple. Se emplea un único colorante para aumentar el contraste.
 - Tinción diferencial. Se usan al menos dos colorantes distintos. Ej.: tinción de Gram. Distingue dos grupos de bacterias, las gram positivas, que retienen el colorante fundamental (cristal violeta) y las gram negativas, que lo pierden al ser lavadas con alcohol y se tiñen con el colorante de contraste (safranina).
- Esterilización. Consiste en la eliminación total de los microorganismos de los medios de cultivo, del material y de los utensilios de laboratorio. Existen varias técnicas:
 - Por calor. Se suele utilizar el calor en condiciones de humedad, lo que se consigue en los *autoclaves*.
 - Otras: por filtración, radiaciones, compuestos químicos.

Los microorganismos en los ciclos biogeoquímicos: Ciclos del carbono y del nitrógeno. Ver los esquemas de las páginas 374 y 375.

Los microorganismos como causantes de enfermedades infecciosas:

Infección: Crecimiento y colonización de microorganismos patógenos en un individuo.

Patógeno oportunista: microorganismo que en condiciones normales no es patógeno y que se convierte en tal ante el debilitamiento de las defensas inmunitarias del hospedador.

Epidemia: enfermedad que afecta a un número grande de personas en un corto periodo de tiempo.

Pandemia: Epidemia que afecta a muchos países e incluso al planeta (SIDA)

Zoonosis: enfermedad infecciosa de los vertebrados no humanos que puede ser transmitida al hombre (Ej.: rabia y ántrax o carbunco)

Virulencia: capacidad de un organismo para producir una enfermedad.

Toxinas: Sustancias tóxicas para las células y los tejidos liberadas por ciertos patógenos. Pueden ser exotoxinas si se liberan al exterior durante el crecimiento del patógeno y son proteínas solubles, o endotoxinas si son componentes del mismo microorganismo y solo se liberan cuando este se lisa. Suelen ser componentes de la pared celular de las bacterias.

Principales vías de transmisión de las enfermedades infecciosas y ejemplos:

Conocer algunas enfermedades transmitidas por el aire (gripe, neumonía), por el agua (cólera), por contacto directo (enfermedades de transmisión sexual como el SIDA, la sífilis, herpes genital, gonorrea), por vectores (rabia, tétanos, paludismo) y por alimentos en mal estado (botulismo y salmonelosis).

Algunos ejemplos de enfermedades producidas por microorganismos:
Cualquiera de las de la tabla de la página 384 (sólo enfermedad y agente)

Biotecnología

La Biotecnología tradicional comprende un conjunto de procesos industriales en los que se cultivan microorganismos a gran escala para obtener productos industriales útiles para el ser humano.

Biotecnología aplicada a la industria alimentaria:

- Fermentación alcohólica. La realizan levaduras de la especie *Saccharomyces cerevisiae*. Se utiliza para la fabricación del pan y de bebidas alcohólicas como el vino o la cerveza. La reacción de esta fermentación es la siguiente:



- Fabricación del pan. Se emplean como sustratos los glúcidos presentes en la harina de trigo. El etanol se evapora en la cocción y el CO₂ es el responsable de que la masa obtenida al mezclar agua, harina, sal y levadura aumente de tamaño y se esponje.
 - Fabricación de vino y cerveza. El sustrato utilizado son los glúcidos del mosto, zumo natural de las uvas, en el caso del vino, y los de la malta, semillas de cebada germinada, en el caso de la cerveza. El sabor amargo de esta se consigue añadiendo algunos aditivos como las flores de lúpulo.
- Fermentación láctica. Se utiliza para la elaboración de derivados lácteos como el queso, el yogur o la cuajada. La llevan a cabo las *bacterias lácticas* de los géneros *Lactobacillus* y *Streptococcus*. Estas bacterias se encuentran de manera natural en la leche sin esterilizar
La reacción es la siguiente:



Biotecnología aplicada a la industria farmeceútica:

- Producción de antibióticos. Se emplean especies bacterianas del género *Streptomyces* y hongos del género *Penicillium*. La penicilina fue el primer antibiótico aislado en 1929 por Alexander Fleming.
- Producción de vacunas. Se utilizan microorganismos patógenos, o las toxinas producidas por estos, atenuados o inactivados. Se denominan *toxoides* a las toxinas inactivas.
- Producción de otras sustancias: insulina, hormona del crecimiento, hormonas esteroideas, factores de coagulación sanguínea, enzimas utilizadas en fármacos.

Biotecnología y medio ambiente:

- Biodegradación. Descomposición mediante microorganismos de materiales como papel, pintura, textiles, hormigón e hidrocarburos.
- Biorremediación. Utilización de microorganismos para eliminar del medio ambiente sustancias contaminantes. Algunas bacterias como las del género *Pseudomonas* son capaces de degradar muchas sustancias tóxicas como hidrocarburos, derivados de metales pesados o compuestos xenobióticos (obtenidos por síntesis química). Ejemplos prácticos en los que se emplean estas bacterias son : el tratamiento de los vertidos de petróleo (utilizan los hidrocarburos de este como fuente de carbono), depuración de las aguas residuales (el tratamiento microbiano ayuda a eliminar los productos tóxicos y la materia orgánica presente en el agua), eliminación de basuras y de residuos industriales y agrícolas.
- Producción microbiana de compuestos biodegradables. Los residuos plásticos constituyen un problema ecológico realmente grave. Para solucionarlo se emplean bacterias capaces de producir compuestos plásticos con la ventaja de ser biodegradables.

Biotecnología aplicada a industrias agropecuarias:

- Producción de proteínas microbianas para suplemento de piensos. Se utilizan levaduras, algas y hongos para producir proteína microbiana, también llamada *proteína unicelular*, utilizada principalmente como suplemento proteico en los piensos para el ganado, aunque también se utiliza como complemento en la alimentación humana.
- Producción de insecticidas biológicos. Los insecticidas químicos tradicionales tienen el inconveniente de que muchos son tóxicos y además se acumulan en las plantas, por lo que pueden ser ingeridos por el ser humano. Bacterias del género *Bacillus*, muy abundantes en el suelo o sobre las plantas, producen una proteína, no tóxica para los seres humanos, que se acumula en sus esporas y actúa como un insecticida natural al ser ingeridas por las larvas de los insectos.
- Obtención de animales y plantas transgénicos.